

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-094086

(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 27/14  
H01L 27/146  
H01L 31/10  
H04N 5/335

(21)Application number : 11-268724

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 22.09.1999

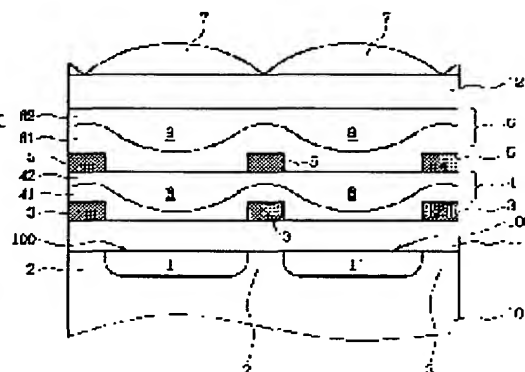
(72)Inventor : KOUCHI TETSUNOBU  
SUGAWA SHIGETOSHI

## (54) PHOTOELECTRIC CONVERTER AND FABRICATION METHOD THEREOF

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance condensation efficiency when finer patterning is employed on the light receiving face or various kinds of film, e.g. a light shielding pattern or an interconnection pattern, are formed in layers on the light receiving face.

**SOLUTION:** The photoelectric converter comprises a first pattern 3 formed on an isolation region 2 between two adjacent photoelectric conversion elements 1, a first insulation film 4 covering the first pattern 3, a second pattern 5 formed on the first insulation film 4 above the isolation region 2, a second insulation film 6 covering the second pattern 5, and microlenses 7 formed on the insulation film 6, wherein first and second intralayer lenses 8, 9 are formed of the first insulation film 4 and the second insulation film 6 and located in the optical path between the microlense 7 and the light receiving face of the photoelectric conversion element 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-94086  
(P2001-94086A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 L 27/14		H 0 4 N 5/335	U 4 M 1 1 8
27/145			V 5 C 0 2 4
31/10		H 0 1 L 27/14	D 5 F 0 4 9
H 0 4 N 5/335			A
		31/10	A
		審査請求 未請求 請求項の数11	OL (全 11 頁)
(21) 出願番号	特願平11-268724	(71) 出願人	000001007
			キヤノン株式会社
(22) 出願日	平成11年9月22日 (1999.9.22)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(72) 発明者	光地 哲伸
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	須川 成利
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(74) 代理人	100090538
			弁理士 西山 恵三 (外1名)

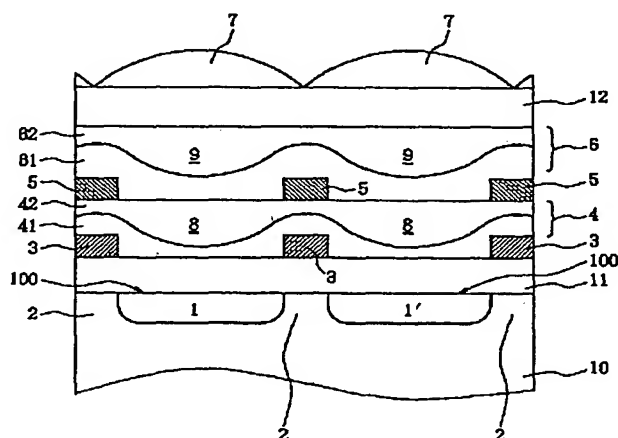
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 受光面の微細化が進んだり、遮光パターンや配線パターンのような各種の膜が受光面の上に多く積層されるようになった場合の集光効率を高める。

【解決手段】 隣接する2つの光電変換素子1間の素子分離領域2上に設けられた第1のパターン3と、該第1のパターン3を覆う第1の絶縁膜4と、該素子分離領域2の上方かつ該第1の絶縁膜4の上に設けられた第2のパターン5と、該第2のパターン5を覆う第2の絶縁膜6と、該絶縁膜6の上に設けられたマイクロレンズ7と、を有する光電変換装置において、該第1の絶縁膜4及び該第2の絶縁膜6により第1及び第2の層内レンズ8、9が形成されており、該第1及び第2の層内レンズ8、9が該マイクロレンズ7と該光電変換素子1の受光面との間の光路中に配置されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 隣接する2つの光電変換素子間の素子分離領域上に設けられた第1のパターンと、該第1のパターンを覆う第1の絶縁膜と、該素子分離領域の上方かつ該第1の絶縁膜の上に設けられた第2のパターンと、該第2のパターンを覆う第2の絶縁膜と、該絶縁膜の上に設けられたマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、該第1の絶縁膜及び該第2の絶縁膜により第1及び第2の層内レンズが形成されており、該第1及び第2の層内レンズが該マイクロレンズと該光電変換素子の受光面との間の光路中に配置されていることを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】 前記第1及び第2のパターンは遮光性部材或いは導電性部材にて形成されている請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項3】 前記第1又は第2の層内レンズは、前記第1又は第2のパターンを覆う非平坦化絶縁層と、その上に積層された平坦化絶縁層とにより形成されている請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項4】 前記第1の絶縁膜と前記第2の絶縁膜との界面において、前記第2の絶縁膜側の媒質の屈折率が、前記第1の絶縁膜側の屈折率より小さい請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項5】 前記第1及び第2のパターンが、高融点金属からなる請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項6】 前記第1及び第2のレンズはそれぞれシリンドリカルレンズの形状を呈している請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項7】 前記第1及び第2のレンズはそれぞれ互いに交差するシリンドリカルレンズの形状を呈している請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項8】 前記第1又は第2の層内レンズは、前記第1又は第2のパターンを覆う酸化シリコンからなる非平坦化絶縁層と、その上に積層された窒素を含む酸化シリコン又は窒化シリコンからなる平坦化絶縁層とにより形成されている請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項9】 前記第1又は第2の層内レンズは、前記第1又は第2のパターンを覆う凹状の上面を有する非平坦化絶縁層と、その上に積層され該非平坦化絶縁層より屈折率の大きな凸状の下面を有する絶縁層と、により形成されている請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項10】 前記第1及び第2の層内レンズは、前記第1及び第2のパターンをそれぞれ覆う凹状の上面を有する非平坦化絶縁層と、その上に積層され該非平坦化絶縁層より屈折率の大きな凸状の下面を有する絶縁層と、により形成されており、前記第2の層内レンズを構成する前記凹状の上面を有する絶縁層の屈折率が、前記第1の層内レンズを構成する前記凸状の下面を有する絶縁層の屈折率より小さい請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項11】 請求項1に記載の光電変換装置を製造

するための製造方法において、前記第1のパターンを覆う非平坦化絶縁層を形成した後、その上に該非平坦化絶縁層とは異なる材料からなる絶縁体を堆積しその表面を平坦化することにより平坦化絶縁層を形成することにより前記第1の絶縁膜を形成する工程、前記第2のパターンを覆う非平坦化絶縁層を形成した後、その上に該非平坦化絶縁層とは異なる材料からなる絶縁体を堆積しその表面を平坦化することにより平坦化絶縁層を形成することにより前記第2の絶縁膜を形成する工程、を含む光電変換装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、イメージリーダー等の画像入力装置に用いられる光電変換装置の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】 デジタルカメラ、ビデオカメラ、イメージリーダー等の画像入力装置にはCCDイメージセンサや、バイポーラトランジスタ型イメージセンサ、電界効果トランジスタ型イメージセンサやCMOSイメージセンサ等の非CCD型のイメージセンサと呼ばれる光電変換装置が設けられ、ここで光学的画像情報を電気信号に変換し、この変換された電気信号に各種の信号処理を施して表示器に表示したり、記憶媒体に記録したりしている。

【0003】 高性能な光電変換装置を得るには、実際に光電変換を行う受光部である光電変換素子の受光面の面積（画素面積）を小さくして、配置される光電変換素子の数を多くするとともに光電変換装置のチップサイズを小さくすることが望まれている。

【0004】 画素の高密度化や小チップ化を推し進めると、画素となる一つの光電変換素子が受光できる光量も受光面の面積の減少にともない少なくなり、装置の感度を低くすることになる。これを改善すべく、受光面上に設けられた保護膜の平坦化された面上にマイクロレンズを形成し、受光面に集光して、感度の低下を抑制する技術が知られている。

【0005】 一般的なマイクロレンズの作製方法は、周知のとおり、平坦化された保護膜表面に一つのレンズに対応した樹脂のパターンを形成し、これを加熱して溶融させた後、硬化する工程からなる。この時に生じる溶融樹脂の表面張力により上面が上に凸の曲面となり、上に凸のレンズが形成される。

【0006】 一方、最近では、画素間の遮光のために遮光パターンが隣接する光電変換素子の素子分離領域上に必要になったり、又、非CCD型のイメージセンサ等のように、半導体基板上に配される配線を通して信号の読み出しをする場合には、配線数が比較的多いために、場合によっては素子分離領域上に複数の配線が必要になることがある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、更なる受光面の微細化が進んだり、遮光パターンや配線パターンのような各種の膜が受光面の上に多く積層されるようになると、一つのマイクロレンズだけでは十分な集光ができなくなる。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、層間絶縁膜や保護用絶縁膜に層内レンズを作り込むことにより、微細化した場合の感度低下を抑制できる光電変換装置を提供することにある。

【0009】本発明は、隣接する2つの光電変換素子間の素子分離領域上に設けられた第1のパターンと、該第1のパターンを覆う第1の絶縁膜と、該素子分離領域の上方かつ該第1の絶縁膜の上に設けられた第2のパターンと、該第2のパターンを覆う第2の絶縁膜と、該絶縁膜の上に設けられたマイクロレンズと、を有する光電変換装置であって、該第1の絶縁膜及び該第2の絶縁膜により第1及び第2の層内レンズが形成されており、該第1及び第2の層内レンズが該マイクロレンズと該光電変換素子の受光面との間の光路中に配置されていることを特徴とする光電変換装置である。

【0010】本発明によれば、素子分離領域上方のパターンを利用して、マイクロレンズと光電変換素子の受光面との間に、複数のレンズを形成するので、マイクロレンズで集光された光を受光面へ更に集光して導くことができる。こうして、光電変換装置の感度が向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1は本発明の実施の形態による光電変換装置の模式的断面図である。

【0012】図1においては、光電変換素子1、1'が複数配列され、隣接する2つの光電変換素子1、1'間の素子分離領域2上に第1のパターン3が設けられ、第1のパターン3を覆う第1の絶縁膜4が設けられ、第1の絶縁膜4の上に第2のパターン5が設けられ、第2のパターン5を覆う第2の絶縁膜6が設けられ、絶縁膜6の上にマイクロレンズ7が設けられている。

【0013】第1の絶縁膜4及び第2の絶縁膜6によりそれぞれ形成された第1の層内レンズ8及び第2の層内レンズ9が、光電変換素子1の受光面100とマイクロレンズ7との間の光路中に配置されている。

【0014】光電変換素子1は、PN接合又はPIN接合を有するホトダイオードやホトトランジスタなどからなり、このような半導体接合により形成される空乏層に光が入射し、ここで光電変換が起こるように構成される。

【0015】素子分離領域2は、選択酸化によるフィールド酸化膜、接合分離のための拡散層などにより形成された部分であり、好ましくは遮光パターンにより遮光されていると良い。

【0016】そして、光電変換素子と素子分離領域とはシリコン基板のような半導体部材10に作り込まれてい

る。

【0017】11は絶縁層、12は必要に応じて設けられる平坦化層である。絶縁層11と半導体部材10との間にゲート絶縁膜とゲート電極とが介在していてもよいが、ここでは説明を簡略化するためにこれらの図示及び説明を省いている。

【0018】第1及び第2のパターン3、5は、その後形成される絶縁膜に凹凸の面を形成できるものであれば、いかなる材料からなるものでもよいが、配線や遮光層を兼ねられるように、半導体や金属などの導電性材料を用いるとよい。

【0019】第1及び第2の絶縁膜4、6を形成する材料としては、光電変換素子にて吸収され、電気信号に変換される光に対して透明な材料であればよい。例えば、イメージセンサの多くは可視光又は赤外光の検出用なので、これらの光に対して透明な材料であればよく、一般的に電氣的絶縁層又は保護層として用いられる無機絶縁体や有機絶縁体が好ましく用いられる。具体的には、酸化シリコン或いはこれにリン、ホウ素、窒素、フッ素等をドーブしたもの、窒化シリコン、アクリル樹脂などである。

【0020】第1の層内レンズ8は、表面が平坦化されていない層、即ち曲面からなる上面を有する絶縁層41と上面が平坦化された絶縁層42を含む第1の絶縁膜4により形成されている。これらの絶縁層41、42の屈折率を異ならしめることにより、入射光の進路を変えることができる。

【0021】同様に、第2の層内レンズ9は、表面が平坦化されていない層、即ち曲面からなる上面を有する絶縁層61と上面が平坦化された絶縁層62を含む第1の絶縁膜6により形成されている。これらの絶縁層61、62の屈折率を異ならしめることにより、入射光の進路を変えることができる。

【0022】ここで、図2乃至図5を参照して、層内レンズの集光作用について述べる。

【0023】図2は層内レンズのない光電変換装置の断面を模式的に示している。光81、84はマイクロレンズ7において屈折し、光電変換素子に向かうが、金属配線のような第2のパターン5によって遮られる。そして、そこで反射した光は絶縁層内を多重反射して迷光となり、ノイズの原因となることもある。よって、光電変換素子に受光面には領域86内の光のみが入射し、領域85、87の光は受光面に入射しない。

【0024】図3は層内レンズを有する光電変換装置の断面を模式的に示している。

【0025】絶縁層41の屈折率を $n_1$ 、絶縁層42の屈折率を $n_2$ 、絶縁層61の屈折率を $n_3$ 、絶縁層62の屈折率を $n_4$ としたとき、 $n_1 < n_2$ 、 $n_2 > n_3$ 、 $n_3 < n_4$ の関係を、満足しているものとする。

【0026】このとき、光81、84はマイクロレンズ

7において屈折した後、絶縁層61、62により形成される層内レンズ9によって集光される。その後、絶縁層41、42により形成される層内レンズ8によって再び集光され光電変換素子の受光面に入射する。又、層内レンズ9と層内レンズ8との界面では、光が各レンズの集光方向と逆向きに屈折して進行する。

【0027】こうして、図2の場合には受光面に到達できなかった光81、84も光路中に配された層内レンズ8、9の作用により受光面に到達する。

【0028】図4は層内レンズのない別の光電変換装置の断面を模式的に示している。図2と異なる点はマイクロレンズ7とパターン5、3との相対的な位置である。

【0029】マイクロレンズの設計や作製がうまくいかない時には、領域95、97の光91、94はマイクロレンズ7において屈折し、光電変換素子に向かうが、光電変換素子の受光面外に入射してしまう。そうすると、受光面に入射する光は領域96の光のみとなり、感度の低下を伴うことがある。

【0030】これに対して、図5に示すように層内レンズ8、9があると、領域95、97の光91、94もまた層内レンズ8、9により集光され、光電変換素子の受光面に入射し、信号として取り出せる電荷を発生させることができる。

【0031】以上詳述したとおり、層内レンズを複数重ねて形成することにより、微細な受光面に光を集光して入射させることができる。

【0032】(実施形態2) 図6～8は本発明の別の実施の形態による光電変換装置の模式的断面図である。図6はこの光電変換装置の4画素の上面を示しており、図7は図6中のAA'線による断面を、図8は図6のBB'線による断面をそれぞれ示している。

【0033】本実施の形態では、図6、7に示すように光電変換素子1、1' 1''が複数配列され、隣接する2つの光電変換素子1、1'間の素子分離領域2上に下層配線となる第1のパターン3が設けられ、第1のパターン3を覆う第1の絶縁膜4が設けられている。

【0034】図8に示すように、第1の絶縁膜4の上に上層配線及び／又は遮光膜となる第2のパターン5が設けられ、第2のパターン5を覆う第2の絶縁膜6が設けられ、絶縁膜6の上にマイクロレンズ7が設けられている。

【0035】第1の絶縁膜4は、互いに屈折率の異なる絶縁層41、42により形成されており、それらの界面が下に凸(上に凹)の第1の層内レンズ8になっている。

【0036】第2の絶縁膜6は、互いに屈折率の異なる絶縁層61、62により形成されており、第2の層内レンズ9となっている。これらの層内レンズ8、9が、光電変換素子の受光面上に、配置されている。

【0037】ここでも、絶縁層41の屈折率 $n_1$ 、絶縁

層42の屈折率 $n_2$ 、絶縁層61の屈折率 $n_3$ 、絶縁層62の屈折率 $n_4$ は、 $n_1 < n_2$ 、 $n_2 > n_3$ 、 $n_3 < n_4$ の関係を、満足している。

【0038】図9は、図6～8に示した装置の層内レンズの配置を模式的に示したものである。

【0039】第1の層内レンズ8は、第1のパターン3とともに、2次元に配置された光電変換素子の行(又は列)方向に向かって伸びるシリンドリカルレンズ状のものである。一方、第2の層内レンズ9は、第1のパターン5とともに、2次元に配置された光電変換素子の列(又は行)方向に向かって伸びるシリンドリカルレンズ状のものである。

【0040】このように、本実施の形態による装置は、2つのシリンドリカルレンズ状の層内レンズが交差して設けられることで、受光面上に2つのレンズを重ねて、図1の形態は2つのシリンドリカルレンズ状の層内レンズを平行に重ねたものである。

【0041】図10は、本発明に用いられる第1又は第2のパターンと、第1又は第2の層内レンズの別の例を示している。第1又は第2のパターンは、画素の4方を囲むパターンになっている。このような形状は遮光膜の場合に好適である。又、層内レンズはシリンドリカルレンズ状ではなく、半球面レンズの様な形状である。

【0042】(回路構成) 図11は、本発明に用いられる光電変換装置の回路図である。

【0043】ここでは、光電変換素子1としてホトダイオードを用い、ホトダイオードに蓄積された電荷を転送MOSトランジスタT1によりMOSトランジスタT2のゲートに転送し、MOSトランジスタT2により増幅された信号を垂直出力線32に出力する形態の装置を例に挙げて説明する。勿論、本発明はCCDや他のタイプの光電変換装置にも適用可能である。

【0044】ホトダイオードは、転送MOSトランジスタT1のソースに接続され、転送MOSトランジスタT1のドレインは、ソースホロウ入力MOSトランジスタT2のゲートに接続されている。

【0045】ソースホロウ入力MOSトランジスタT2のソースは、垂直選択スイッチMOSトランジスタT3のドレインに接続され、ソースホロウMOSトランジスタT2のドレインは、垂直出力線32を介して負荷電流源CSに接続されている。

【0046】垂直選択スイッチMOSトランジスタT3のソースは、電源線31を介して基準電圧源VDDに接続されている。こうしてソースホロウ回路が構成されている。

【0047】リセットスイッチMOSトランジスタT4のドレインは、ソースホロウ入力MOSトランジスタT2のゲートに接続されており、リセットスイッチMOSトランジスタT4のソースは電源線31に接続されている。

【0048】この回路では、ホトダイオードに蓄積された電荷に応じてソースホロワ入力MOSTランジスタT2により電流増幅された信号を垂直出力線32から読み出す。即ち、転送ホトダイオードに蓄積された電荷を転送MOSTランジスタT1によりMOSTランジスタT2のゲートに転送し、MOSTランジスタT2により増幅された信号を垂直出力線32から読み出すのである。

【0049】転送MOSTランジスタT1のゲートは行選択線52に、垂直選択スイッチMOSTランジスタT3のゲートは行選択線51に接続されており、垂直走査回路SRVにより順次パルスが出力されて行選択が行われる。

【0050】リセットスイッチMOSTランジスタT4はリセット線15に接続され、垂直走査回路SRVにより順次リセットパルスが出力されて行リセットが行われる。

【0051】垂直出力線32は水平転送スイッチSWと水平走査回路SRHにより、共通出力線VHを介して出力アンプAMPから外部に出力される。

【0052】この装置の動作は以下のとおりである。

【0053】一行目の行選択線52とリセット線15から選択パルスを出力して、転送MOSTランジスタT1、リセットMOSTランジスタT4とともにオン状態とした後、オフ状態に戻る。すると、浮遊状態とされたホトランジスタのカソードに光電変換された電荷（電子）が蓄積され始める。

【0054】電荷に蓄積に適した所定の時間経過後、再び行選択線52から選択パルスを出力して、転送MOSTランジスタT1をオン状態にすると、蓄積された電荷はソースホロワ入力MOSTランジスタT2のゲートに転送される。ソースホロワ入力MOSTランジスタT2にはゲートの蓄積電圧に応じて増幅された電流が流れる。

【0055】水平走査回路により水平転送スイッチSWをオン状態にすると、ソースホロワ入力MOSTランジスタT2に流れる電流に応じた出力信号が、出力アンプAMPを通して得られる。

【0056】こうして、一行目の画素の信号が水平走査回路により順次取り出されると、次に2行目以降が順次選択される。こうして、2次元画像情報が時系列に並んだ電気信号として取り出せるわけである。

【0057】図12は、図11の回路を実現するための回路配置の一例を示す図である。

【0058】G1は、転送MOSTランジスタT1のゲート電極パターンであり、接続孔C1、C2を介して垂直選択線52となる金属配線に接続されている。G2は、入力MOSTランジスタT2のゲート電極パターンであり、接続孔C4、C3を介して転送MOSTランジスタT1のドレインに接続されている。G3は、垂直選択MOSTランジスタT3のゲート電極パターンであ

り、接続孔C7、C8を介して行選択線51に接続されている。

【0059】ゲート電極パターンG1、G2、G3及びリセット線15は、最も基板よりに設けられるパターンであり、不純物がドーブされた多結晶シリコンや、シリサイド、金属或いはこれらの積層体からなる。電源線31及び垂直出力線32は、第1のパターン3となる金属配線である。行選択線51、52は第2のパターンとなる金属配線である。

【0060】前述の図1は図12のAA'線による断面にほぼ相当するものである。この部分は、ゲート電極パターンG1（又はG3）と行選択線52（又は51）とを接続するために、第2のパターンが局所的に設けられている。

【0061】101は選択酸化により形成されたフィールド絶縁膜と半導体活性領域との境界を示しており、この半導体活性領域にホトダイオードや各MOSTランジスタのソース、ドレイン、チャンネルが形成されている。

【0062】（製造方法）次に、図13～図16を参照して本発明の光電変換装置の製造工程について、図1に示した装置の製造工程を例に挙げて、説明する。

【0063】まず、シリコンウエハのような半導体部材1を用意して、LOCOS法などにより素子分離領域を形成する。次に、ホトレジストパターンを形成して、イオン注入、熱処理を行い、ホトダイオードのカソード又はアノードとなる拡散層1を形成する。絶縁層11を熱酸化、CVD、スパッタリング、塗布法などにより形成する。

【0064】そして、AL、Mo、W、Ta、Ti、或いはこれらを主成分とする合金からなる金属膜をスパッタリングやCVDにより形成し、受光面上の部分をエッチング除去して、所望のパターン3を得る。

【0065】続いて、CVDによりリン及び／又はボロンがドーブされた酸化シリコンからなる屈折率1.40～1.46程度の絶縁層41を堆積し、熱処理することによりリフローさせる。この熱処理を行う時には、第1のパターンとしては高融点金属を選択するとともに、窒素雰囲気中で800℃～950℃に加熱するとよい。こうして形成される絶縁層41は、堆積直後には、第1のパターンの影響によって、図13に示すように激しい凹凸が上面に見られる。しかし、その後のリフローによって、凹凸は緩和され、レンズに好適な上面UFは図のようになだらかな曲面を呈するようになる。

【0066】更に、CVD等により窒化シリコン（屈折率2.0）、窒化酸化シリコン（組成比によって、屈折率1.41～1.99の範囲で変化する）等からなる絶縁層42を堆積する。この絶縁層42は絶縁層41より屈折率が大きくなるように材料を選択する。図14に示すように、この絶縁層42の上面も下地にならって曲面

を呈する。

【0067】図14に示した構造体に、化学機械研磨（CMP）を施し、絶縁層42の上面を平坦化する。こうして、平坦化されていない絶縁層41の屈折率が平坦化された絶縁層42の屈折率より小さい第1の層内レンズ8を形成することができる。

【0068】次に、再びAL、Mo、W、Ta、Ti、或いはこれらを主成分とする合金からなる金属膜をスパッタリングやCVDにより形成し、所望のパターン5になるようにエッチングする。続いて、再び、CVDによりリン及び／又はボロンがドーパされた酸化シリコンからなる屈折率1.40～1.46程度の絶縁層61を堆積し、熱処理することによりリフローさせる。更に、再びCVDにより窒化シリコン（屈折率2.0）又は窒化酸化シリコン（屈折率1.4～2.0）のなかから屈折率が1.46より大きな絶縁層62を堆積する。そして、化学機械研磨（CMP）を施し、絶縁層62の上面を平坦化する。

【0069】こうして、図16に示すように、第1の層内レンズ8と同じようにして、平坦化されていない絶縁層61の屈折率が、平坦化された絶縁層62の屈折率より小さい第2の層内レンズ9を形成することができる。

【0070】そして、第1及び第2の層内レンズ8、9の界面、即ち、平坦化された絶縁層42と平坦化されていない絶縁層61との間の界面では、屈折率の相対的な関係により、図3に示したように光が発散する方向に屈折する。

【0071】その後は、平坦化保護膜を形成した後、マイクロレンズ7を形成する。又、必要に応じてマイクロレンズ7と第2の層内レンズの間にカラーフィルターを配置することも可能である。

【0072】次に、図17～図20を参照して本発明の光電変換装置の別の製造工程について説明する。

【0073】まず、シリコンウエハのような半導体部材1を用意して、LOCOS法などにより素子分離領域を形成する。次に、ホトレジストパターンを形成して、イオン注入、熱処理を行い、ホトダイオードのカソード又はアノードとなる拡散層1を形成する。絶縁層11を熱酸化、CVD、スパッタリング、塗布法などにより形成する。

【0074】そして、AL、Mo、W、Ta、Ti、或いはこれらを主成分とする合金からなる金属膜をスパッタリングやCVDにより形成し、受光面上の部分をエッチング除去して、所望のパターン3を得る。

【0075】続いて、CVDによりノンドープの酸化シリコンからなる屈折率1.40程度の絶縁層43を堆積する。続いて、酸化シリコンの前駆体をスピコートするSOG法によりノンドープの酸化シリコンからなる屈折率1.40程度の絶縁層を形成する。この方法では800℃～950℃といった高温処理を必要としない。こ

うして形成される絶縁層41は、図17に示すように、凹凸が緩和された、レンズに好適ななだらかな曲面を呈する。

【0076】更に、CVD等により窒化シリコン（屈折率2.0）、窒化酸化シリコン（組成比によって、屈折率1.41～1.99の範囲で変化する）等からなる絶縁層42を堆積する。この絶縁層42は絶縁層41より屈折率が大きくなるように材料を選択する。図18に示すように、この絶縁層42の上面も下地にならって曲面を呈する。

【0077】図18に示した構造体に、化学機械研磨（CMP）を施し、絶縁層42の上面を平坦化する。こうして、図19に示すように、平坦化されていない絶縁層41の屈折率が平坦化された絶縁層42の屈折率より小さい第1の層内レンズ8を形成することができる。

【0078】再び、そして、AL、Mo、W、Ta、Ti、或いはこれらを主成分とする合金からなる金属膜をスパッタリングやCVDにより形成し、受光面上の部分をエッチング除去して、所望のパターン5を得る。

【0079】続いて、CVDによりノンドープの酸化シリコンからなる屈折率1.40程度の絶縁層63を堆積する。続いて、酸化シリコンの前駆体をスピコートするSOG法によりノンドープの酸化シリコンからなる屈折率1.40程度の絶縁層61を形成する。こうして形成される絶縁層61は、凹凸が緩和された、レンズに好適ななだらかな曲面を呈する。

【0080】更に、CVD等により窒化シリコン（屈折率2.0）、窒化酸化シリコン（組成比によって、屈折率1.41～1.99の範囲で変化する）等からなる絶縁層62を堆積する。この絶縁層62は絶縁層61より屈折率が大きくなるように材料を選択する。この絶縁層62の上面も下地にならって曲面を呈する。

【0081】化学機械研磨（CMP）を施し、絶縁層42の上面を平坦化する。こうして、平坦化されていない絶縁層61の屈折率が平坦化された絶縁層62の屈折率より小さい第2の層内レンズ9を形成することができる。

【0082】その後は、平坦化保護膜を形成した後、マイクロレンズ7を形成する。又、必要に応じてマイクロレンズ7と第2の層内レンズの間にカラーフィルターを配置することも可能である。

【0083】以上説明した実施の形態によれば、受光面の微細化が進んだり、遮光パターンや配線パターンのような各種の膜が受光面上に多く積層されるようになった場合の集光効率を高めることができる。

【0084】

【発明の効果】本発明によれば、素子分離領域上方のパターンを利用して、マイクロレンズと光電変換素子の受光面との間に、複数のレンズを形成するので、マイクロレンズで集光された光を受光面へ更に集光して導くこと



ができる。こうして、微細化された画素を有する光電変換装置の感度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による光電変換装置の模式的断面図である。

【図2】層内レンズのない光電変換装置の模式的断面図である。

【図3】層内レンズを有する光電変換装置の模式的断面図である。

【図4】層内レンズのない別の光電変換装置の模式的断面図である。

【図5】層内レンズを有する別の光電変換装置の模式的断面図である。

【図6】本発明の別の実施の形態による光電変換装置の模式的上面図である。

【図7】図6中のAA'線による断面図である。

【図8】図6のBB'線による断面図である。

【図9】光電変換装置の層内レンズの配置の一例を示す模式図である。

【図10】光電変換装置の層内レンズの配置の別の例を示す模式図である。

【図11】本発明に用いられる光電変換装置の回路図である。

【図12】図11の回路を実現するための回路配置の一例を示す図である。

【図13】本発明の光電変換装置の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図14】本発明の光電変換装置の製造工程を説明する

ための模式的断面図である。

【図15】本発明の光電変換装置の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図16】本発明の光電変換装置の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図17】本発明の光電変換装置の別の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図18】本発明の光電変換装置の別の製造工程を説明するための模式的断面図である。

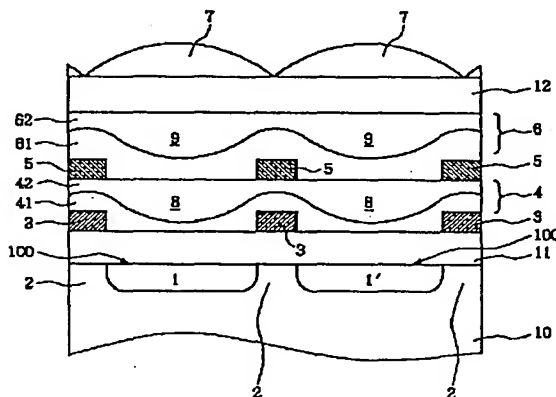
【図19】本発明の光電変換装置の別の製造工程を説明するための模式的断面図である。

【図20】本発明の光電変換装置の別の製造工程を説明するための模式的断面図である。

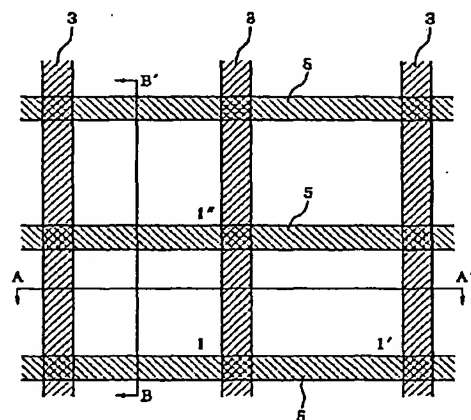
【符号の説明】

- 1 光電変換素子
- 2 素子分離領域
- 3 第1のパターン
- 4 第1の絶縁膜
- 5 第2のパターン
- 6 第2の絶縁膜
- 7 マイクロレンズ
- 8 第1の層内レンズ
- 9 第2の層内レンズ
- 10 半導体部材
- 11 絶縁層
- 12 平坦化層
- 41、61 非平坦化絶縁層
- 42、62 平坦化絶縁層

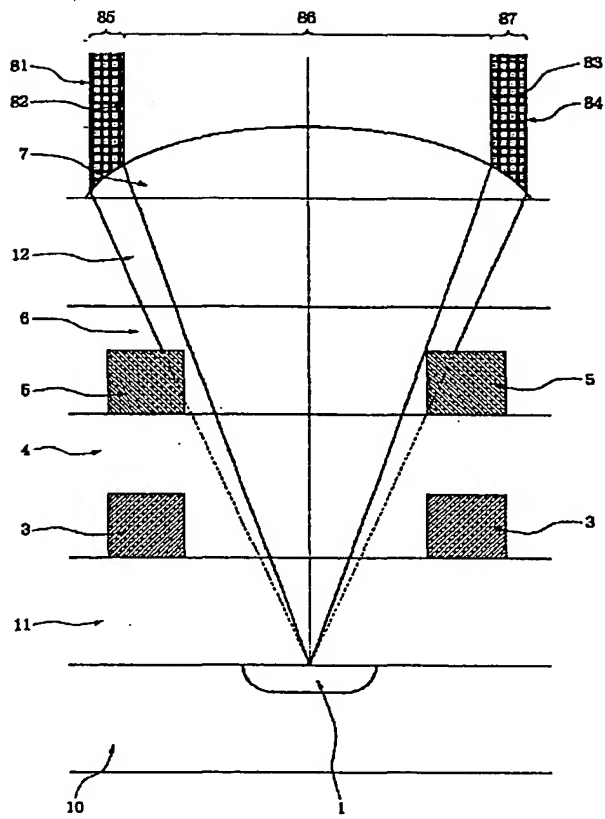
【図1】



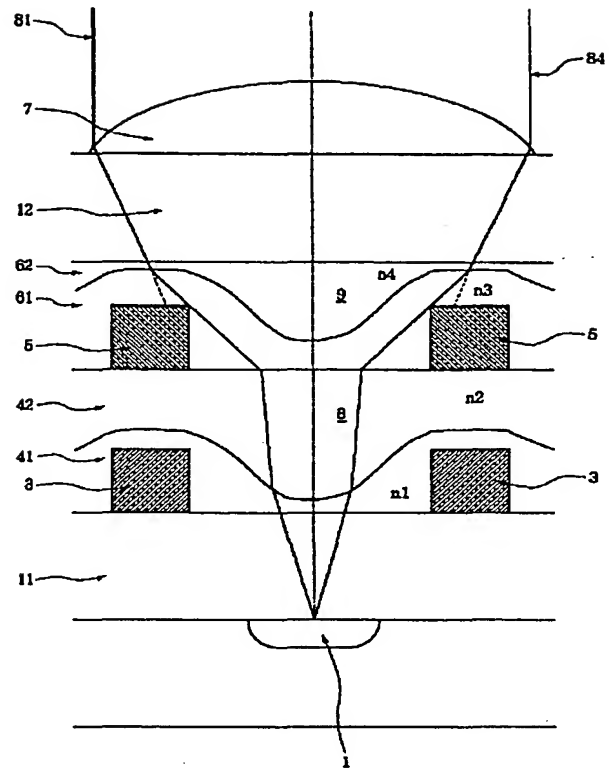
【図6】



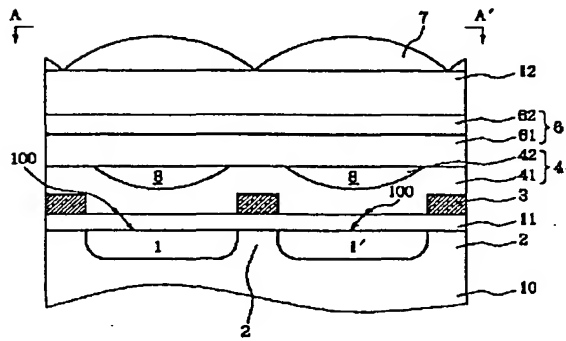
【図2】



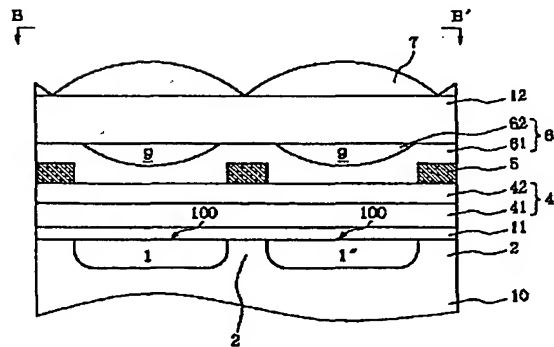
【図3】



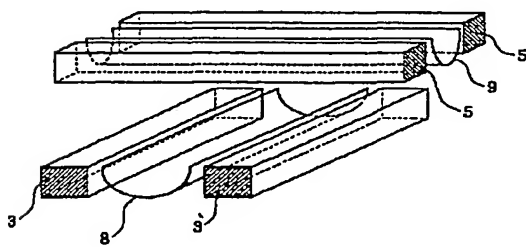
【図7】



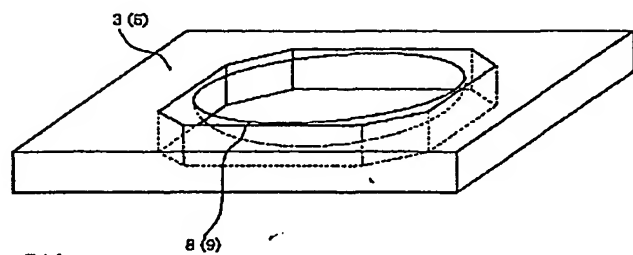
【図8】



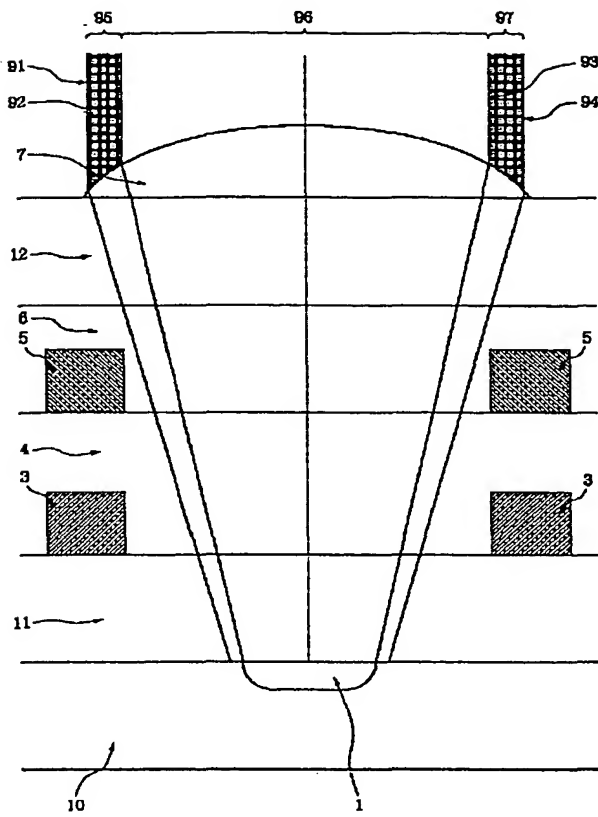
【図9】



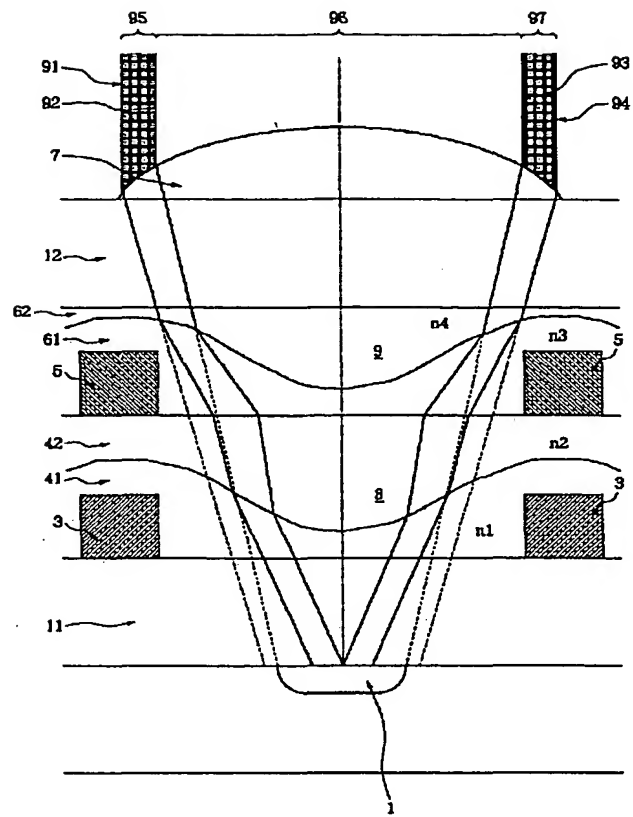
【図10】



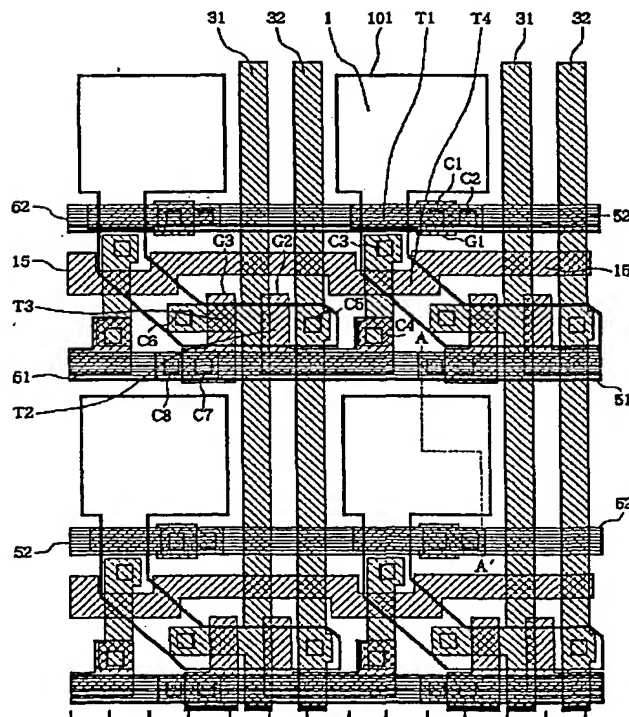
【図4】



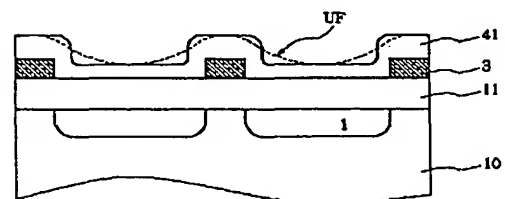
【図5】



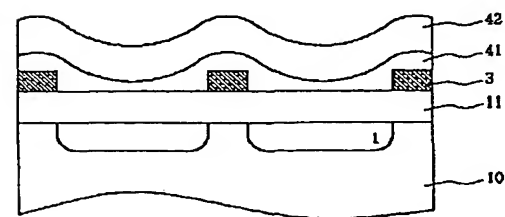
【図12】



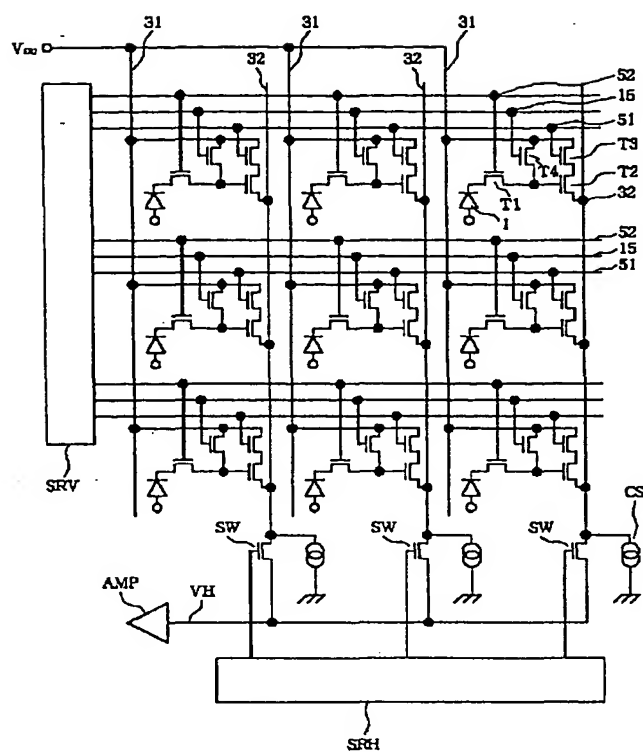
【図13】



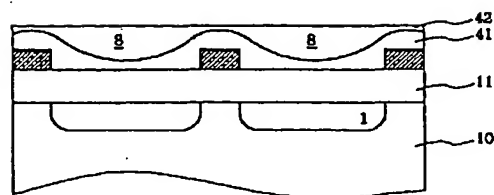
【図14】



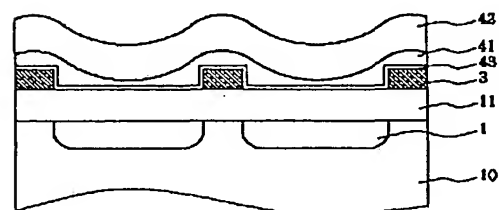
【図11】



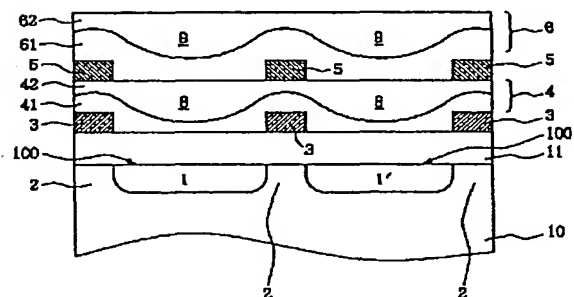
【図15】



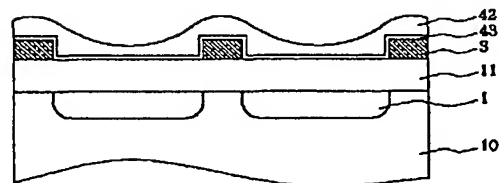
【図18】



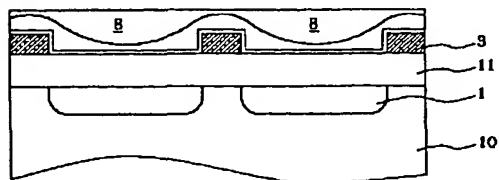
【図16】



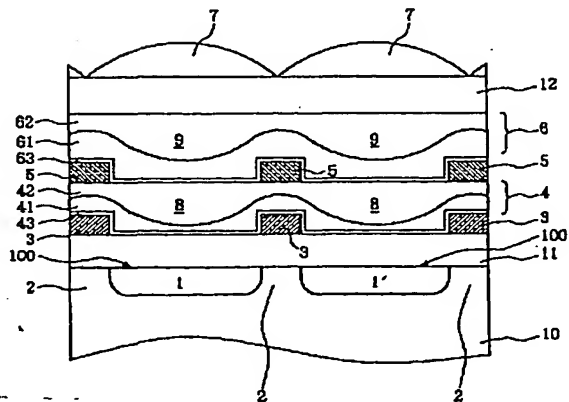
【図17】



【図19】



【図20】



## フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA14 CA03 CA05  
CA09 CA33 CA34 FA06 FA26  
FA28 FA33 FA42 GB03 GB07  
GB11 GD04 GD05 GD06 GD07  
GD20  
5C024 AA01 CA12 FA01 GA11 GA31  
GA51  
5F049 MA01 NA20 NB05 PA04 PA07  
PA20 QA20 RA06 SS03 SZ12  
SZ13 SZ20 WA01 WA03